Ueber den
Lufteintritt in Venen
bei
chirurgischen Operationen.

Dissertation

zur

Erlangung der Doctorwürde in der medicinischen Facultät
der Universität Würzburg

von

Max Seligmann

approb. Arzt

aus Gleicherwiesen (Meiningen).

Würzburg.
Becker's Universitäts-Buchdruckerei.
1884.

Referent:

Herr Hofrath Professor Dr. Maas.

Die Möglichkeit, Thiere durch Eintreiben von Luft in eine Vene zu tödten, ist eine Thatsache, die schon im 17. Jahrhundert bekannt war. Die ersten Versuche derart stammen von Redi aus dem Jahre 1667. Später wurden von einer Reihe von Autoren, darunter hauptsächlich französische, die Experimente über den Lufteintritt in Venen vielfach erneuert und wiederholt. Die Ansichten der verschiedenen Experimentatoren gingen u. A. bezüglich der Quantität Luft, die zur Tödtung eines Thieres nöthig sei, auseinander. Während die Einen, vorzüglich Bichat, wenige Luftblasen für hinreichend hielten, erkannten Andere, Nysten an der Spitze der Gegner Bichat's, dass geringe Quantitäten Luft in die Blutbahn gelangen könnten, ohne erhebliche Störungen zu verursachen. Letztere Ansicht hat sich mehrfach als die richtige erwiesen. Ueberdies wurde später von Hertwig dargethan, dass die verschiedenen Thiere sich verschieden empfindlich gegen das Eindringen von Luft in Venen zeigen. (Vergl. H. Fischer: „Ueber die Gefahren des Lufteintritts in Venen während einer Operation", Volkmann's Sammlung klinischer Vorträge Nr. 113.)

In ähnlicher Weise wie bei diesen Thierversuchen, d. h. unabsichtlich zwar, aber doch auch mehr oder minder gewaltsam kann beim Menschen

gelegentlich einer Transfusion Luft in die Blutbahn eingetrieben werden. Im Gegensatz aber zu dem Eintreiben der Luft steht das spontane Eindringen derselben in verletzte Venen, welches erst später zur Beobachtung kam und dessen Vorkommen Anfangs heftig bestritten wurde. Der berühmte Physiologe Magendie stellte erst die Thatsache wieder fest und war zugleich der Erste, der bei einem während einer Operation eingetretenen Todesfall Lufteintritt in die Venen als Ursache erkannte im Jahre 1821. Seitdem hat man schon eine ganze Reihe von Todesfällen aus gleichem Grunde beobachtet und zusammengestellt, und es figurirt der Lufteintritt in Venen als gefürchteter übler Zufall bei Operationen. **Es tritt jedoch,** wie schon von verschiedenen Autoren in den betreffenden Zusammenstellungen betont worden ist, **auch nach wohlconstatirtem Lufteintritt keineswegs mit Nothwendigkeit der Tod ein.**

Eine gute Illustration zu diesem Satze gibt ein Fall, der jüngst in der Klinik des Herrn Hofrath Prof. Dr. Maas zur Beobachtung kam, bei welchem gelegentlich der Exstirpation eines grossen Tumors am Halse geringe Quantitäten Luft in eine Vene eindrangen, ohne wesentliche, besser gesagt ohne andauernde Kreislaufsstörungen zu verursachen. Ich bin in den Stand gesetzt, die auch im Uebrigen interessante Geschichte des Falles für deren gütige Ueberlassung ich Herrn Hofrath Prof. Dr. Maas dankbar bin, im Zusammenhange mitzutheilen. Es dürfte angebracht und mag mir erlaubt sein, die Erörterung einzelner dabei in Betracht kommenden Fragen derselben folgen zu lassen. Die Krankengeschichte lautet in toto:

Bienmüller, Margarethe, aus Ramsthal, 61 Jahre, verheirathet, in's Juliusspital aufgenommen am 7. V. 84.

Anamnese: Patientin stammt aus gesunder Familie. Ihre Mutter starb 56 Jahre alt, ihr Vater litt an Wassersucht, Geschwister hat sie keine. Patientin war in der Jugend stets gesund und weiss sich auch keiner späteren Krankheit zu erinnern. Sie hat eine Tochter, welche gesund und Mutter von 7 gesunden Kindern ist. Trauma oder hereditäre Belastung ist nicht nachzuweisen und wird bestritten. Der Tumor soll als Knötchen unter und etwas hinter dem Ohre aufgetreten sein, und zwar im September 1883, und war Weihnachten 1883 etwa wallnussgross. Er wuchs dann stetig, aber ziemlich mässig. Erst vor etwa 14 Tagen soll sein Wachsthum rapide zugenommen haben.

Status: Ziemlich abgemagerte Patientin. An der linken Ohrgegend zeigt sich eine dunkelrothe, stark prominente Geschwulst, welche wie ein Horn sich hinter dem Ohre entwickelt hat und dieses, besonders in seinem untern Theile nach vorn drängte. Ohrmuschel von normaler Beschaffenheit. Man sieht an der halbkugeligen dunkelblaurothen Spitze der Geschwulst geringe Ulcerationen. Die Röthung erstrekt sich bis in die Parotisgegend und über den angelus maxillae inferioris hinaus. Nach unten sieht man einen nicht entzündlich gerötheten aber vorspringenden Strang bis in die fossa supraclavicularis hineinziehen.

Per palpationem kann man an der Spitze der Geschwulst, die dort sehr weich ist, Fluctuation constatiren. Je mehr man mit dem Finger nach der Basis hinkommt, desto derber die Consistenz. Temperatur an der Geschwulst nicht bedeutend erhöht. Der nach unten ungefähr dem Musc. sterno-cleido-mastoideus parallel ziehende infiltrirte Lymphgefässstrang ist von sehr derber Beschaffenheit. Nach vorn geht die Tumormasse diffus

in gesundes Gewebe über und lässt sich dieselbe von dem untern Unterkieferrand nur schwer differenziren, gar nicht abheben. Nach hinten und oben ist die Grenze zwischen gesundem und pathologischem Gewebe schärfer. Die Lymphdrüsen des Nackens sind nicht infiltrirt, Axillardrüsen beiderseits als harte Knoten zu fühlen, von etwas anderer Consistenz als die Tumormasse am Ohr. Linke Supraclaviculardrüsen infiltrirt, ebenso die Leistendrüsen R. und L. derb, in geringerem Grade geschwollen. In der rechten Leistenbeuge eine kleine Hernia inguinalis externa, welche keinerlei Beschwerden verursacht und auch kein Bruchband erfordert. Dieselbe besteht seit etwa zwei Jahren. An der linken Wadengegend ist eine feste Masse zu fühlen, nach innen von derselben eine weisse etwa ein Markstück grosse Narbe mit strahligen Rändern. Diese Geschwulst soll seit 8 bis 10 Jahren bestehen, früher einmal blutige Massen entleert haben. Sie wird ebenso wie die Geschwulst am Ohre, von der Patientin als „Blutschwamm" bezeichnet. Am linken Ohr zeigt sich beim Erheben des Ohrläppchens eine kleine dunkelblau pigmentirte Stelle, welche als Ausgangspunkt der Geschwulst angegeben wird. Dort soll einmal von ärztlicher Seite ein „Blutschwamm" entfernt worden sein. Der Tumor ragt etwa 5 cm. über das Niveau der Haut hervor und hat — 2 cm. von der Spitze — 12 cm. im Umfange. Lunge gesund, kein Husten. Die Untersuchung des Herzens ergibt negativen Befund. Ebenso die der Leber: weder consistentere Partien per palpationem, noch Vergrösserung per percussionem, noch Schmerzen auf Druck constatirbar. Hörvermögen: Patientin hört die Uhr R. in 20 cm, L. in 13 cm ticken.

Die **Operation** wird am 13. V. 84 in Morphium-Chloroform-Narkose gemacht: I. Umschneidung des Tumors und Abpräpariren desselben von seiner Basis. Der Hautschnitt ist oval und verläuft vor dem Ohrläppchen bis zum Processus mastoideus nach hinten, dann nach unten und vorn. Er nimmt zum grössten Theil den oberen Ansatz des M. sterno-cleido-mastoideus mit, geht bis zum hintern Rand des Masseter etwas über den angulus maxillae inf. hinaus und entfernt die Glandula parotis mit, kehrt so nach dem untern Ansatzpunkt des Ohres zurück. Mit scharfen Haken wird der Tumor gefasst und jetzt stumpf mit dem Finger und scharf mit dem Messer von dem Ansatzpunkt unter dem äusseren Gehörgang herauspräparirt. Der äussere Gehörgang wird dabei von unten her eröffnet. Man sieht nach verschiedenen Unterbindungen — die Blutung war eigentlich nicht so stark, wie man nach dem Aussehen und der Beschaffenheit des Tumor's hätte erwarten sollen — das trigonum inframaxillare in seinem hintern Theile vollkommen frei da liegen. Die Parotis wird mit der Scheere praeparando abgetragen, der Nervus facialis wohl zugleich. Doch ist die Carotis und Vena jugularis interna noch durch verschiedene Drüsenpackete bedeckt. Diese werden stumpf frei präparirt und verschiedene Venen, die in die Drüsen hineingehen, prophylactisch doppelt unterbunden. II. Nach Entfernung derselben wird der ovale Hautschnitt nach unten aussen, entsprechend dem derben nach unten und aussen verlaufenden Drüsenstrange verlängert bis zur Clavicula. Parallel dem Verlauf dieses Knochens wird ein Schnitt auf demselben nach innen geführt und dadurch ein spitzwinkliger Hautlappen gebildet, welcher mit Pincette und Messer abgelöst wird. Auch nach aussen hin wird der Hautschnitt verlängert

und dort ebenfalls ein Lappen vom Musc. cucularis und seiner Fascie abpräparirt. Nachdem so die Bedeckung des trigonum supraclaviculare freigelegt ist, wird der Drüsenstrang sammt dem umliegenden Fettgewebe von oben und von den Seiten her herauspräparirt und dabei eine kleine in die Vene subclavia mündende Vene eröffnet, in welche etwas Luft tritt. Man hört ein gurrendes Geräusch. Tamponade mittelst Jodoformgaze. Die Blutung steht. Der Puls, welcher momentan klein wurde, hebt sich bald wieder. Patientin war momentan blass. Man sieht jetzt den Plexus brachialis, die Arteria und Vena subclavia, zwischen beiden den Musc. scalenus anticus. Weiter nach oben sieht man die Art. carotis communis, die Theilungsstelle derselben in Carotis ext. und int., nach aussen von derselben die Vena jugularis und den Nerv. vagus, noch weiter nach aussen einen ziemlich dünnen Muskelstrang, den Rest des Sterno-cleido-mastoideus. Jetzt wird durch einen Schnitt nach oben und aussen die Haut auf dem M. cucularis abgetragen und dieser etwa 6 cm lange und breite Hautlappen an den innern Wundrand so angenäht — nachdem der Lappen etwas nach oben gezogen worden ist — dass der sehr grosse Defect in zwei kleinere getheilt wird. Endlich wird der spitzwinklige Hautlappen welcher seine Brücke medianwärts hat, an die Haut auf dem Cucularis genäht und so der untere Defect in zwei kleinere getheilt. Die Wundhöhle hinter und unter dem Ohre, von ziemlich bedeutender Tiefe, wird mit Protectiv bedeckt und mit Sublimatgazebäuschen tamponirt. Auf den untern Defect wird ebenfalls Protectiv gelegt, darüber antiseptischer Verband. Die Blutung war sorgfältig gestillt worden und die Wundfläche zweimal sorgfältig

ausgespült. Die kleine Oeffnung im äussern Gehörgang war wieder zugenäht worden. Der Kopf wird etwas links gebeugt verbunden. Die Lappen sollen ausser zur Deckung auch zur Verhütung eines Caput obstipum durch die Narbe dienen.

Bei der mikroskopischen Untersuchung erweist sich der Tumor seiner Structur nach als grosszelliges Rundzellensarcom, von den Drüsen ausgehend.

Verlauf: 13. V. Temp. vor der Operation 38.0, post operationem 36.5, Abends 37.5.

14. V. Verband schlägt etwas durch. Vorlegen von antiseptischer Gaze. Schmerzen haben aufgehört. Es ist eine linksseitige Facialislähmung ausgesprochen. Patientin kann das linke obere Lid nicht ganz schliessen. In den Augenwinkeln eswas Eiter, Temp.: Morgens 39.5, Abends 39.0, Puls 134 pro Min.

15. V. Verband hat von Neuem durchgeschlagen. Entfernung des Gazetampons durch den mittleren Defect Es mussten die frischen Verklebungen des unteren gelöst und der untere Wundrand nach oben geklappt werden, um mittelst der Pincette zum Tampon zu kommen. Keine Blutung. Erneute Tamponade von aussen her mittelst Sublimatgazestücke. Der untere Defect war linear verklebt. Alle Wundflächen reactionslos aussehend. Temp. Abends 40.1 (2.0 Antipyrin).

17. V. Verbandwechsel. Temperatur normal. Allgemeinbefinden gut. Zunge nicht trocken. Die Wunde sieht reactionslos aus. Antiseptischer Verband.

19. V. In der mittleren Wundfläche liegt ein weisses weiches Gerinnsel, geronnene Lymphe. Der Geruch der mit reichlicher Lymphe durchtränkten Verbandstücke, welche jetzt jeden zweiten Tag erneuert werden, ist ein eigenthümlich süsser. Man sieht, wenn man das tau-

beneigrosse Gerinnsel entfernt, welches den untern Lappen nach vorn drängt und spannt, in der Tiefe der Wundhöhle die Lymphe sich sammeln. Unentschieden bleibt, ob der ductus thoracicus oder ein grösserer Ast, welcher die Lymphe der linken Kopfhälfte enthält, durchtrennt ist. Jedenfalls war bei der Ausdehnung der Operation eine Verletzung des Ersteren leicht möglich. Das Allgemeinbefinden ist gut, der Appetit ebenfalls. Das Colorit der Patientin eigenthümlich leukämisch. Die Mundhöhle wird tamponirt.

26. V. Die Untersuchung des Blutes ergibt: Ziemlich bedeutende Vermehrung der weissen Blutkörperchen. haemoglobinhaltige Leukocythen im Gesichtsfeld.

Seit dem 19. V. schwankt die Temperatur zwischen 37.0 und 38.0. Puls gut, kein Kräfteverlust, keine Athembeschwerden. Eine weitere Verfolgung des Verlaufs ist für unsern Zweck nicht wesentlich.

Nur an bestimmten Regionen des Körpers hat man bei Operationen den unangenehmen Lufteintritt in Venen beobachtet, meist wie in unserm Falle, an der untern Halsregion. Auch per Experiment kann man nicht in alle Venen des Körpers durch Einschneiden derselben Luft spontan eintreten lassen, wenigstens nicht ohne besondere Vorrichtungen, auf die wir gleich noch zurückkommen werden. Es wirft sich also gewissermassen von selbst die Frage auf, die von Magendie an die verschiedensten Autoren beschäftigt hat: **Welches sind die Bedingungen und Voraussetzungen, unter denen der Lufteintritt in die Venen spontan statthat?**

Der Motor, der die Luft in die Venen treibt, ist der Luftdruck und es ist klar, dass derselbe nur nach

solchen Richtungen hin treiben kann, nach welchen geringerer als Atmosphärendruck, oder, wie man sich ausdrückt, negativer Druck herrscht. Dies ist in geringem Maasse in den Venen in der Nähe des Herzens der Fall. Hier kommen dem Luftdruck überdies eine Reihe von Einflüssen zu Hilfe, welche als herzwärts wirkende Saugapparate sich sonst auf die Fortbewegung des Venenblutes geltend machen. (Vergl. Hermann's Handbuch der Physiologie IV, 2 p. 329 ff). Der bedeutendste constante Faktor in dieser Beziehung ist die Aspiration durch den Brustraum. Das Herz und die grossen Gefässe sind zusammen mit den Lungen luftdicht im Brustraum eingeschlossen. Der auf die äussere Brustwand lastende Atmosphärendruck kann sich wegen der relativen Unnachgiebigkeit dieser Wand nicht auf die Organe innerhalb der Brusthöhle übertragen und auch der auf die Lungeninnenfläche wirkende Atmosphärendruck pflanzt sich nicht ungeschwächt auf jene Organe fort, da ihm die elastische Kraft der Lungen, d. h. das Bestreben derselben sich nach dem Hilus zusammenzuziehen, entgegenwirkt. Die grossen Gefässe stehen so unter einem Drucke, welcher gegeben ist, durch den Atmosphärendruck minus elastische Kraft der Lungen. Man nennt ihn den intrathoracischen. Die Kraft also, mit der mit dem Veneninhalt in Berührung kommende Luft herzwärts befördert wird, ist offenbar als die Differenz des Atmosphärendruckes und des auf die Gefässe lastenden inthrathoracischen, selbstverständlich negativen Drucks gleich der elastischen Kraft der Lungen. Es ist nun wichtig hervorzuheben, dass diese Kraft bei der Inspiration grösser ist, als bei der Exspiration. Man hat nach dem Vorgange von Donders Messungen darüber angestellt und gefunden, dass die elastische Kraft der

Lungen bei der Exspiration durchschnittlich 7.5 m Hg. ist, bei einer gewöhnlichen Inspiration 9.0 mm Hg., bei tiefen Inspirationen 30—40 mm Hg. Die Luft wird demnach hauptsächlich bei tiefen Inspirationen in die Blutbahn gelangen können. Jürgensen hat diesen Einfluss der Athmung gelegentlich per Experiment beobachtet „Luft im Blute", (Archiv für klinische Medicin XXXI, 16, p. 459). Bei jeder Inspiration drangen die in der Schenkelvene angesammelten Luftblasen gegen das Herz vor, bei der Exspiration blieben sie stehen oder machten eine Bewegung rückwärts, letzteres namentlich bei forcirter Exspiration.

Die Auseinandersetzungen über diese bewegende Kraft reichen jedoch zur genügenden Erklärung des spontanen Lufteintritts in Venen nicht aus. Wir wissen, dass sich die besprochene Aspiration in ausgiebigem Masse in der Regel nur auf die der Brusthöhle naheliegenden Venen — nur einige cm. weit — erstreckt. In weiterer Entfernung bewirkt der Luftdruk vielmehr eine Compression der in Folge ihrer anatomischen Construction schlaffen Venenwandungen zwischen Wunde und Herz und setzt dadurch dem Eindringen von Luft ein Hinderniss. Und doch fehlen auch die Beobachtungen nicht, in welchen auch in entferntere Venen Luft eingetreten ist. Hier ist es conditio sine qua non, dass durch etwelche anatomische Bedingungen das Zusammenfallen der betreffenden Vene verhütet wird, und zwar geschieht dies durch innige Verbindung derselben mit umliegenden festen Geweben. In solcher Verbindung befinden sich z. B. die Sinus des Schädels und hat man in der That Lufteintritt durch sie beobachtet (Genzmer, Archiv für klinische Chirurgie Bd. XXI.) Per Experiment hat man für andere entfernte Venen dadurch gleiche Be-

dingungen gesetzt, dass man einen starren Hohlcylinder in dieselben einlegte. Auch für die Venen der vorderen unteren Halsgegend und der Achselhöhle sind besondere anatomische Bedingungen vorhanden, die dieselben für den Lufteintritt besonders geeignet machen (Vergl. u. A. Herzog, „Mechanismus der Blutbewegung an der oberen Thoraxapertur", Zeitschrift für Chirurgie XVI, 1.) Diese Venen sind nämlich bei ihrem Durchtritt durch Fascien derart durch fibröse Massen innig mit diesen verbunden, dass sie bei Verwundungen offen bleiben, besonders wenn die Fascien angespannt werden, sei es durch Drehung des Kopfes resp. Vorwärtsbewegung und Erhebung der Schulter, sei es durch Zerrung an einem mit ihnen zusammenhängenden Tumor bei einer Operation. Interessant ist auch der von Jürgensen mitgetheilte Fall, bei welchem nach vorausgegangener Blutung die Luft durch die im Grunde eines Magengeschwürs eröffnete und offenbar durch die entzündete Umgebung offen erhaltene Milzvene in die Blutbahn eindrang.

Die **Symptome**, die hervorgerufen werden, sind verschieden je nach der Quantität der Luft, die in einer bestimmten Zeit in das Gefässsystem gelangt und die Höhe der Gefahr ist dieser Quantität im Grossen und Ganzen proportional. Wenige Ccm. können eingeführt werden, ohne Störungen zu veranlassen. Als lokales physicalisches Symptom wird übrigens in den meisten Fällen von spontanem Lufteintritt ein nach seinem Charakter verschiedentlich beschriebenes Geräusch („gurrend", „kluckernd", „schlürfend") im Augenblicke der Verletzung der Vene gehört, wie es auch sonst wohl beim Durchtritt von Luft durch eine enge Oeffnung entsteht. Dazu kommt oft noch ein eigenthümliches systolisches Geräusch über dem Herzen, der Bewegung von Blut und

Luft zugleich entsprechend. Die allgemeinen Störungen anlangend, ist das Frequenter- und Kleinerwerden des Pulses bezeichnend. Bei verhältnissmässig noch geringen Mengen beobachtet man daneben einen vorübergehenden ausgesprochenen Ohnmachtsanfall oder auch nur ein vorübergehendes Erblassen des Gesichtes — zu dieser Kategorie gehörte auch unser Fall. — In andern Fällen hat man erschwerte Athmung und Convulsionen beobachtet, welche Erscheinungen ebenfalls wieder rückgängig werden können. Oft genug jedoch hat man mehr oder minder rasch unter mehr oder weniger deutlichem Hervortreten der einzelnen Symptome den Tod eintreten sehen. Die von Einigen mitgetheilte Beobachtung, dass bei geschwächten Patienten der lethale Ausgang leichter eintrete, wird von anderen Seiten entschieden widersprochen. Der Tod tritt meist während oder kurz nach der Operation ein. Doch existiren auch Berichte, nach welchen erst nach mehreren Stunden oder gar Tagen noch der exitus lethalis erfolgt ist oder sein soll. Experimentell gelingt es, Thieren langsam und unterbrochen eine grössere Gesammtmenge Luft in die Venen einzubringen, als rasch und auf ein Mal ertragen werden kann.

Die Erklärung der Symptome, in specie der Todesursache hat von jeher die Autoren beschäftigt und hat zu den divergentesten Ansichten und zu zahlreichen Theorien geführt. So verfechten einige ältere Autoren den Glauben an eine chemische Wirkung der Luft, indem das venöse Blut, mit Luft zusammencirculirend, giftig wirkende Kohlensäure ausscheide. Bichat führte die üble Wirkung der Luft auf Unterdrückung der Hirnfunction zurück. Panum und H. Fischer befürworteten eine Meinung, die viel Aner-

kennung fand, nämlich die, dass die Luft durch Verstopfung der Lungengefässe wirke. Diese Erklärungsversuche stehen, so viel ich beurtheilen kann, mit den Sectionsergebnissen nicht in Einklang, wie sie schon von vielen älteren Autoren angegeben und besonders in den neueren Arbeiten betont sind. Die Leichenbefunde nämlich weisen mit Bestimmtheit auf das rechte Herz als denjenigen Abschnitt des Gefässsystems hin, in welchem die Luft angehäuft gefunden wird und zwar ganz besonders in den vornehmlich und rasch tödtlich verlaufenden Fällen von Zufuhr grosser Quantitäten. Rechter Vorhof sowohl, als Kammer sind in solchen Fällen ganz bedeutend dilatirt, „ballonartig aufgetrieben", und bergen die Hauptmasse der eingedrungenen Luft, mit wenig Blut innig zu Schaum gemischt. Nächsthin findet sich Luft in den grossen Venen, während in den Arterien in der Regel nur wenig angetroffen wird, bei sehr schnellem Eintreten grosser Quantitäten gar keine.

Wir müssen und können diese auffallende Luftanhäufung im rechten Herzen als die Todesursache ansprechen. Magendie und Andere haben dies schon richtig anerkannt und sprachen die Ansicht aus, dass das Herz durch die übermässige Ausdehnung gelähmt werde. Jedoch betonen neuere Untersuchungen, dass das Herz noch minutenlange fortschlagen könne, wenn die Athmung bereits aufgehört hat, dass der Herzstillstand ausnahmslos das letzte in der ganzen Symptomenreihe ist. Die Erklärung muss also eine andere sein: Die Contractionen des rechten Ventrikels wirken auf die an der Stelle des Blutes tretende Luft nicht in gleicher Weise wie auf seinen normalen flüssigen Inhalt. Denn die Luft als elastisches Gas wird vielmehr durch den vermöge der Contractionen ausgeübten Druck der Haupt-

sache nach comprimirt, anstatt gefässwärts befördert zu werden. Diese Unfähigkeit des rechten Herzens, die es ausfüllende Luft zu entleeren, bedingt nun offenbar eine Circulationsstockung. Das rechte Herz sendet dem linken bis zum Verschwinden wenig Blut, in Folge dessen auch dieses wiederum den lebenswichtigen Organen ebensowenig zukommen lassen kann. Der Blutdruck sinkt dabei. Das Gehirn aber, welches das Material, das es zu seiner Functionirung braucht, nicht lange entbehren kann, stellt alsbald seine Thätigkeit ein, die Athmung stockt, das Herz steht still. Aus dieser — sit venia verbo — mechanischen Theorie, aus der Schwierigkeit also, mit der das rechte Herz in dem Bestreben, sich der Luft zu entledigen, zu kämpfen hat und aus dem daraus resultirenden Circulationshinderniss erklären sich zugleich unschwer alle Symptome auch insofern sie nicht zum Tode führen. Diese Symptome sind überdies meist solche, wie sie auch sonst bei Hirnanämie gelegentlich auftreten und haben also ihre Grundlage in dem Leerwerden des arteriellen Gefässgebietes und dem Absinken des Druckes in den Gefässen. Letzteres ist von Couty durch Messungen wohl constatirt.

Nichtsdestoweniger möchte ich bis auf Weiteres die Möglichkeit nicht von der Hand weisen, dass die in die Blutbahn gelangte Luft unter Umständen auch einmal auf andere Weise schädlich werden könne. Jürgensen hat in seiner mehrerwähnten Arbeit überzeugend dargethan, dass allmählig eingeführte Luft unzweifelhaft vom rechten Herzen durch die Lunge in den linken, von da in die arterielle Blutbahn gelangen, also mit dem Blute kreisen kann. Es ist also nicht undenkbar, dass bei diesem Kreislauf Luftblasen Gefässe der Lunge oder des Hirns verstopfen und so durch lokale Unterbrechung der

Circulation in ihrer Gesammtheit immerhin unter Umständen gefährliche Symptome heraufbeschwören können. Uebrigens geht aus den Untersuchungen Jürgensens hervor, dass bei längerem Verweilen der Luft im Kreislaufe das Blut insofern doch eine chemische Veränderung erleidet, als der Sauerstoffgehalt desselben abnimmt. Dieser Letztere ist aber für die Functionirung der lebenswichtigen Organe wesentlich. Hier würden also die oben verworfenen Erklärungsversuche theilweise in ihr Recht eintreten. Eine weitere Ausführung würde mich zu weit führen. Im Allgemeinen, das wiederhole ich und betone es, und ganz besonders in den rasch eintretenden Todesfällen bei Zufuhr grosser Quantitäten Luft in die Venen ist die oben des Näheren auseinandergesetzte Theorie von der mechanischen Behinderung der Circulation durch Ueberfüllung des rechten Herzens mit Luft festzuhalten. Tritt der Tod nicht ein, so wird die Luft vom Blute resorbirt und ausgeschieden.

Bezüglich der **Therapie** nur der Vollständigkeit halber einige Andeutungen: Die beste Prophylaxe ist verdoppelte Aufmerksamkeit und Sorgfalt seitens des Operateurs bei Operationen in den als gefährlich bekannten Regionen. Die prophylaktische Unterbindung der in der Gefahr der eventuellen Verletzung schwebenden Venen ist angezeigt, aber lange nicht immer ausführbar. Solche Venen sind oft von Tumormasse gänzlich eingeschlossen. Man soll vorsichtig und praeparando vorgehen, nicht zerren, bei Operationen am Halse die Schulter abwärts und den Kopf nach der betreffenden Seite wenden zur Entspannung der Fascien. Langenbeck gibt den Rath, die grossen Gefässe oberhalb und unterhalb erst freizulegen, ehe man den Tumor wegnimmt, um jederzeit verletzte Gefässe unterbinden oder compri-

miren zu können. Trotz aller Vorsichtsmassregeln (vgl. die Krankengesch.) kann auch wohl den gewiegtesten Operateur das unangenehme Ereigniss überraschen. Man muss dann — die Ligatur ist nicht immer anwendbar — sofort comprimiren und tamponiren, was auch meist ausreicht. Dadurch verhütet man erneutes Eintreten von Luft. Um die bereits eingetretene Luft aber wieder herauszubefördern, räth H. Fischer, forcirte Exspirationen machen zu lassen. Nach den oben gegebenen Auseinandersetzungen ist in der That ein Erfolg durchaus denkbar. Eine Therapia symptomatica ist unanwendbar, erfolglos oder aber nicht nöthig.